

**LAMPIRAN D3**



SOARING  
UPWARDS

**PENYEMAKAN KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN**

(Proof-reading of Examination Question Paper)

Untuk kegunaan pejabat Seksyen Peperiksaan & Pengijazahan	
Nombor Sampul	
Tarikh Peperiksaan	
Sesi Peperiksaan	PAGI / PETANG

Gunakan satu proforma untuk satu kertas soalan peperiksaan.

( Use separate form for each question paper )

Kepada : Timbalan Pendaftar  
Seksyen Peperiksaan dan Pengijazahan, BPA, Jabatan Pendaftar

**SAYA/KAMI TELAH MENYEMAK SALINAN-SALINAN KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN BERTAIP YANG DISEBUTKAN DI BAWAH INI :**

[ I/We have checked the typed copies of the Examination Paper stated below :

Kod Kursus : BBB 236 Tajuk Kursus : TERMODINAMIK BAHAN  
(Course Code) (Course Title)

Jangka Masa Peperiksaan : 3 Jam Bilangan Muka Surat Bertaip : 14 Muka Surat : 5 Bilangan Soalan Yang Perlu Dijawab : 5 Soalan  
(Duration of Examination) (Hours) (Number of Typed Pages) (Pages) (Number of questions required to be answered) (Questions)

Soalan-soalan dijawab atas : (Questions to be answered in)	BUKU JAWAPAN (Answer Book)	OMR (OMR Form)	JAWAB DALAM KERTAS SOALAN (Answer In Question Paper)
Sila (✓) [Please (✓)]			

**DENGAN INI DISAHKAN BAHAWA KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN INI ADALAH TERATUR, BETUL DAN SEDIA UNTUK DICETAK.**

(Certified that this question paper is in order, correct and ready for printing)

Nama Pemeriksa : SHEIKH ABDUL REHMAN SHEIKH Tandatangan : [Signature] Tarikh : 1/11/2017  
[Name of Examiner(s)] ABDUL HAMID (Signature) (Date)  
• Huruf Besar TUTI KATRINA ABOULLAH  
(In Block Capitals) SRIMALA BREEKANTAN

Tandatangan dan Cop Rasmi :  
**DEKAN/PENGARAH**  
(Signature and Official Stamp  
Dean/Director)

[Signature]  
PROFESOR DR. ZUHAILAWATI HUSSAIN  
Dekan  
P. Peng. Kej. Bahan & Sumber Mineral  
Kampus Kejuruteraan  
Universiti Sains Malaysia

Tarikh : 16.11.17  
(Date)

**NOTA :** Pemeriksa-pemeriksa yang menyediakan kertas soalan peperiksaan adalah bertanggungjawab atas ketepatan isi kandungan kertas soalan peperiksaan berkenaan.

(NOTE : Accuracy of the contents of the question paper is the responsibility of the Examiner(s) who set the question paper)

**SULIT**



First Semester Examination  
2017/2018 Academic Session

January 2018

**EBB 236/3 – Materials Thermodynamic**  
**[Termodinamik Bahan]**

Duration : 3 hours  
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of **FOURTEEN** (14) pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **EMPAT BELAS** (14) muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini].*

**Instructions :** Answer **FIVE (5)** questions. **Part A is COMPULSORY.** Answer **ONE** question from PART B, **ONE** question from PART C, **ONE** question from PART D and **ONE** question from any parts. All questions carry the same marks.

**[Arahan :** Jawab **LIMA (5)** soalan. **Bahagian A WAJIB dijawab.** Jawab **SATU** soalan dari BAHAGIAN B, **SATU** soalan dari BAHAGIAN C, **SATU** soalan dari BAHAGIAN D dan **SATU** soalan dari mana-mana bahagian. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai].*

...2/-

**SULIT**

**PART A/ BAHAGIAN A**

1. [a] Sketch curves representing the variation of molar Gibbs free energy with temperature at the pressure corresponding to triple point for an element. Repeat this sketch for a pressure slightly above and below the triple point.

*Lakarkan keluk-keluk yang mewakili perubahan tenaga bebas Gibbs molar dengan suhu pada tekanan titik tigaan sesuatu unsur. Ulang lakaran ini pada tekanan di atas dan di bawah titik tigaan.*

(30 marks/markah)

- [b] In thermodynamic analysis, explain what is an open and close systems. For both systems, discuss the constant parameters that were needed to be considered?

*Di dalam termodinamik, terangkan perbezaan antara sistem terbuka dan tertutup. Untuk kedua-dua sistem ini, bincang parameter yang tidak berubah yang perlu diambil kira.*

(40 marks/markah)

- [c] Is the following statement true? Support your answer with an appropriate discussion.

"When activity is defined by  $a_i = (P_i/P_i^\circ)$ ,  $P_i^\circ$  is the saturation vapor pressure of species  $i$  which is in equilibrium with pure  $i$  at the temperature of interest irrespective of the standard state chosen."

*Adakah kenyataan berikut benar? Sokong jawapan anda dengan perbincangan yang sesuai.*

*"Apabila aktiviti ditakrifkan oleh  $a_i = (P_i/P_i^\circ)$ ,  $P_i^\circ$  adalah tekanan wap tepu spesies  $i$  yang berada dalam keseimbangan dengan spesies  $i$  tulen pada suhu tertentu tanpa mengira keadaan piawai yang dipilih."*

(30 marks/markah)

**PART B/ BAHAGIAN B**

2. [a] For a solid phase equilibrium of a solid solution and liquid, express the relation between the activities of a component in the two phases, assuming heat of fusion to be constant between the melting point and the temperature considered.

*Untuk keseimbangan fasa pepejal bagi suatu larutan pepejal dan cecair, dapatkan kaitan antara aktiviti komponen bagi kedua-dua fasa, dengan menganggapkan haba peleburan adalah malar antara titik lebur dan suhu yang dipertimbangkan.*

(30 marks/markah)

- [b] A cadmium tin alloy with  $X_{\text{Cd}}=0.464$  consists of liquid in equilibrium with the solid solution of tin in cadmium at 469.4K. The activity of cadmium in this alloy at 773K is found by experimental methods to be 0.5104, with reference to pure cadmium liquid as the standard state. Heat of fusion of cadmium = 6410 J/mole and the partial molal heat of cadmium for the composition given is 2846 J/mole. Melting point of Cd is 594K.

*Suatu aloi timah kadmium dengan  $X_{\text{Cd}}=0.464$  terdiri daripada cecair dalam keseimbangan dengan larutan pepejal timah dalam kadmium pada suhu 469.4K. Aktiviti kadmium bagi aloi ini pada 773K diperoleh daripada eksperimen ialah 0.5104, dengan merujuk kepada cecair kadmium tulen dalam keadaan standard. Haba pelakuran kadmium = 6410 J / mol dan haba molal kadmium separa untuk komposisi yang diberikan adalah 2846 J / mol. Titik lebur Cd ialah 594K.*

- (i) Calculate its activity at 469.4K

*Tentukan aktiviti pada 469.4K*

...5/-

- (ii) Calculate the composition of the solid solution, assuming that the solid solution is ideal.

*Tentukan komposisi larutan pepejal, dengan menganggap bahawa larutan pepejal adalah ideal.*

(40 marks/markah)

- [c] Naphthalene,  $C_{10}H_8$ , melts at  $80.2^{\circ}C$ . If the vapour pressure of the liquid is 1.3 kPa at  $85.8^{\circ}C$  and 5.3 kPa at  $119.3^{\circ}C$ , calculate the enthalpy of vaporization of Naphthalene.

*Naphthalene,  $C_{10}H_8$ , lebur pada suhu  $80.2^{\circ}C$ . Sekiranya tekanan wap cecair adalah 1.3 kPa pada  $85.8^{\circ}C$  dan 5.3 kPa pada  $119.3^{\circ}C$ , hitung entalpi pengewapan Naphthalene.*

(30 marks/markah)

3. [a] The compound  $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5$ - $\text{CaSiO}_3$  form a simple eutectic system with no solid solubility. Using the following data and assuming the liquid solutions to be ideal, calculate and sketch the phase boundary for the system given. Determine the eutectic point and the composition.

*Sebatian  $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5$ - $\text{CaSiO}_3$  membentuk sistem eutektik tanpa keterlarutan pepejal. Menggunakan data berikut dan mengandaikan larutan cecair adalah ideal, kira dan lakarkan sempadan fasa bagi sistem tersebut. Tentukan titik eutektik dan komposisinya.*

	$\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5$	$\text{CaSiO}_3$
Melting point, K <i>Takat lebur</i>	1583	1813
Heat of fusion (J/mole) <i>Haba pelakuran</i>	100,834	56,066

**Note : Use the graph paper provided to sketch the phase boundary**

**Nota : Guna kertas graf yang diberikan untuk melakarkan sempadan fasa**

(50 marks/markah)

...7/-

- [b] Assuming that the pressure dependence of the transformation temperatures can be neglected below one atmosphere, calculate the pressure at the triple point  $(\alpha, \gamma, G)$ ,  $(\gamma, \delta, G)$ ,  $(\delta, L, G)$  for pure iron. Assume also that all heats of transformation are temperature independent. For iron  $T_v = 3008$  K,  $T_m = 1808$  K,  $T^{\alpha\gamma} = 1180$  K,  $T^{\gamma\delta} = 1673$  K. Corresponding heats of transformation are respectively 354.1, 16.15, 0.63 and 0.91 (KJ/gm atom).

*Dengan mengandaikan bahawa pergantungan tekanan terhadap suhu transformasi boleh diabaikan di bawah satu atmosfera, hitung tekanan pada titik tiga  $(\alpha, \gamma, G)$ ,  $(\gamma, \delta, G)$ ,  $(\delta, L, G)$  untuk besi tulen. Anggapkan juga bahawa semua haba transformasi tidak bergantung kepada suhu. Untuk besi  $T_v = 3008$  K,  $T_m = 1808$  K,  $T^{\alpha\gamma} = 1180$  K,  $T^{\gamma\delta} = 1673$  K. Haba transformasi masing-masing adalah 354.1, 16.15, 0.63 dan 0.91 (KJ / gm atom).*

(50 marks/markah)



PART C/ BAHAGIAN C

4. [a] Explain the following items;

*Terangkan perkara-perkara di bawah;*

- (i) Anisotropy in terms of surface energy

*Tak isotropi dalam bentuk tenaga permukaan*

- (ii) Wettability condition

*Keadaan kebolehbasaan*

- (iii) Kroger-Vink notation for Frenkel defects

*Notasi Kroger-Vink untuk kecacatan Frenkel*

- (iv) Non-stoichiometric defects

*Kecacatan tak stoikiometri*

(50 marks/markah)

- [b] If a nickel rod is heated from 0 K to 1000 K and increases in length by ~5%. Express the fraction of this increment in length due to the formation of vacancies? It is given  $\Delta H_f$  (Ni vacancy) =  $100 \times 10^3$  J/mole and Ni is FCC ( $n = 4$ ). The density of Ni was  $8.91 \text{ g/cm}^3$  and relative atomic weight for nickel was 58.7 g/mole.

*Jika rod nickel dipanaskan daripada 0 K kepada 1000 K dan rod tersebut bertambah panjang sebanyak ~5%. Nyatakan nisbah peningkatan panjangnya daripada penghasilan kekorongan? Diberikan ,  $\Delta H_f$  (kekorongan Ni) =  $100 \times 10^3$  J/mol dan Ni ialah FCC( $n = 4$ ). Ketumpatan Ni ialah  $8.91 \text{ g/cm}^3$  dan berat jisim molekul Ni ialah 58.7 g/mol.*

(50 marks/markah)

5. [a] Estimate the surface energy for the (100) face of LiCl? Given  $\Delta H_s = 135,000$  J/mole and  $Z=6$ . The lattice parameter  $a$  for LiCl is  $2.56 \text{ \AA}$  and relative atomic weight was 42.4 g/mole. The surface energy equation is given by  $\gamma = \frac{\Delta H_s}{4N_A} * \left(\frac{N}{A}\right)$

*Anggarkan tenaga permukaan (100) untuk LiCl? Diberikan  $\Delta H_s = 135,000$  J/mol dan  $Z=6$ . Parameter kekisi  $a$  untuk LiCl ialah  $2.56 \text{ \AA}$  dan berat jisim molekul ialah 42.4 g/mol. Persamaan tenaga permukaan untuk kekisi diberikan sebagai  $\gamma = \frac{\Delta H_s}{4N_A} * \left(\frac{N}{A}\right)$*

(40 marks/markah)

- [b] At a high temperature ( $1500^{\circ}\text{C}$ ), the surface energy of calcium oxide ( $\text{CaO}$ ) is  $900 \text{ J/cm}^2$ . For liquid iron against its own vapor, the surface energy is  $2100 \text{ J/cm}^2$ . Under the same conditions, the interfacial energy between iron and  $\text{CaO}$  is about  $3500 \text{ J/cm}^2$ . Compute the contact angle of a small piece of iron melted on an  $\text{CaO}$  plate. Describe also the behavior of liquid iron droplet on the surface.

*Pada suhu tinggi ( $1300^{\circ}\text{C}$ ), tenaga permukaan calcium oksida ( $\text{CaO}$ ) ialah  $900 \text{ J/cm}^2$ . Bagi cecair besi terhadap wapnya sendiri, tenaga permukaan adalah  $2100 \text{ J/cm}^2$ . Pada keadaan yang sama, tenaga permukaan antara besi dan  $\text{CaO}$  adalah  $3500 \text{ J/cm}^2$ . Kirakan sudut sentuhan bagi sebahagian kecil besi cair ke atas kepingan  $\text{CaO}$ . Terangkan juga sifat besi cair di atas permukaan tersebut.*

(60 marks/markah)

**PART D/ BAHAGIAN D**

6. [a] Briefly explain the difference between phenomenological thermodynamics and statistical thermodynamics. State the importance of statistical thermodynamics.

*Terangkan secara ringkas perbezaan antara termodinamik fenomenologi dan termodinamik statistik. Nyatakan kepentingan termodinamik statistik.*

*(30 marks/markah)*

- [b] Consider a system with two particles 'a' and 'b' that may each exhibit any of four energy levels,  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$ ,  $\epsilon_3$ , and  $\epsilon_4$ .

*Pertimbangkan suatu sistem dengan dua zarah 'a' dan 'b' yang masing-masing boleh mempamerkan mana-mana empat tahap tenaga,  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$ ,  $\epsilon_3$ , and  $\epsilon_4$ .*

- (i) How many microstates might this system exhibit?

*Berapa banyak keadaan mikro yang dipamerkan oleh sistem ini?*

- (ii) Tabulate the microstates for this system.

*Jadualkan keadaan mikro untuk sistem ini.*

- (iii) Use the list of microstates to generate a list of macrostates for this system

*Gunakan senarai keadaan mikro untuk menghasilkan senarai keadaan makro untuk sistem ini.*

- (iv) Identify the microstates corresponding to each macrostate.

*Kenalpasti keadaan mikro yang sepadan dengan setiap keadaan makro.*

(40 marks/markah)

- [c] An Einstein's Model of a crystal is useful in explaining energy distribution within the crystal faces of a given crystal like cubic crystal for example. By using statistical thermodynamic, explain this model.

*Model Hablur Einstein berguna untuk menerangkan berkenaan dengan taburan tenaga pada permukaan hablur seperti hablur kubik. Dengan menggunakan model termodinamik statistik, terangkan model ini.*

(30 marks/markah)

7. [a] Discuss TWO different types of deviation for non-ideal solutions by taking into account the forces between molecules in the solution.

*Bincangkan DUA jenis sisihan bagi larutan tidak ideal dengan mengambil kira daya antara molekul dalam larutan tersebut.*

(40 marks/markah)

- [b] The vapour pressure of pure solid silver and solid silver-palladium alloys are given in the following:

*Tekanan wap pepejal perak tulen dan pepejal aloi perak paladium diberi seperti berikut:*

For silver

*Untuk perak*

$$\log P = \frac{-13700}{T} + 8.73 \quad (\text{torr})$$

For the solid silver-palladium alloy at  $N_{Ag} = 0.8$ ,

*Untuk pepejal aloi perak-paladium pada  $N_{Ag} = 0.8$ ,*

$$\log P = \frac{-13800}{T} + 8.65 \quad (\text{torr})$$

- (i) Calculate activity of silver in the alloy at 1150 K. Pure solid silver is taken as the standard state for silver in the alloy.

*Kira aktiviti perak di dalam aloi pada 1150 K. Pepejal perak tulen diambil sebagai keadaan piawai untuk perak di dalam aloi.*

(20 marks/markah)

- (ii) Calculate activity coefficient of silver in the alloy at 1150 K.

*Kira pekali keaktifan untuk perak di dalam aloi pada 1150 K.*

(20 marks/markah)

- [c] Liquid A and B are completely miscible and form an ideal solution. The vapor pressures of two liquids are  $2 \times 10^{-3}$  atm and  $5 \times 10^{-3}$  atm at temperature T respectively. Calculate the mole fraction of A in liquid phase when the total vapor pressure is  $4 \times 10^{-3}$  atm.

*Cecair A dan B adalah terlarutcampur dengan lengkap dan membentuk larutan yang ideal. Tekanan wap bagi kedua-dua cecair adalah masing-masing  $2 \times 10^{-3}$  atm and  $5 \times 10^{-3}$  atm pada suhu T. Kirakan pecahan mol A dalam fasa cecair apabila tekanan wap total adalah  $4 \times 10^{-3}$  atm.*

(20 marks/markah)